

UNE USINE A TRIANGLES

par Maria Piccione*

INTRODUCTION

La proposition est reliée à l'un des thèmes de base de la connaissance géométrique, plus précisément il fait référence à la modalité de conceptualisation de la forme triangulaire, avec ses propriétés et relations fondamentales.

La forme des figures géométriques est au cœur de la création de la pensée mathématique, et, elle forme avec les grandeurs, un des objets caractéristiques de la géométrie euclidienne. En particulier, la forme triangulaire est au collège un des sujets officiels les plus pertinents, et la principale cible de cette proposition. Le présent travail introduit les élèves dans un domaine propre à l'étude pour le développement de la pensée rationnelle, comme le reconnaît elle-même l'épistémologie des mathématiques, et comme le demande l'enseignement de la discipline, en conformité avec les directives du ministère.



Objectifs

Les objectifs pédagogiques de la proposition peuvent être classés en objectifs cognitifs, métacognitifs et affectifs

Objectifs cognitifs:

* Department of Information Engineering and Mathematics - University of Siena, Italy

- Améliorer le processus d'image mentale
- Mettre en œuvre le processus de mathématisation
- Structurer le concept de constant/variable dans une catégorie d'éléments
- Développer les capacités à faire des représentations graphiques
- Développer le langage, du commun au disciplinaire
- Construire le concept de forme triangulaire
- Trouver la condition d'existence ("inégalité triangulaire") et les conditions d'unicité pour les triangles

Objectifs métacognitifs:

- Développer la connaissance de la relation agir-comprendre
- Développer la connaissance de la relation savoir-expliquer

Objectifs affectifs:

- Donner du sens à l'auto-efficacité
- Susciter le plaisir de faire/d'observer/ de découvrir.

Cadre méthodologique

La formation en géométrie doit faire référence et souligner les relations: *sujet-espace réel* et *sujet-objets concrets*, en particulier du début de la scolarité jusqu'à un niveau scolaire moyen. Points, segments, triangles et autres entités- avec lesquels la discipline négocie- ne sont pas des objets concrets, mais des entités concrètement représentables et constructibles par des dessins ou des matériaux structurés logiquement. Une perspective méthodologique basée sur réalité-interaction donne une base efficace pour l'étape intuitive des processus cognitifs et des applications théoriques. Pour le moment, les progrès dans les neurosciences et dans les sciences cognitives permettent de donner une valeur scientifique à ces déclarations qui n'étaient encore que des intuitions, bien que prouvées expérimentalement.

De plus, l' *enactivism*¹, une théorie générale de la connaissance reliée à la biologie et aux philosophies de l'expérience, influence l'éducation en définissant l'*enacted model*, qui se concentre sur *faire sens* comme une *activité incarnée, en situation*. La méthode active d'apprentissage de Castelnovo est cohérente avec le cadre actuel et elle est adoptée dans cette proposition de séquence d'enseignement, impliquant une partie de son matériel concret et le mode d'utilisation.

La conception de la séquence d'enseignement

Le contexte d'apprentissage est centré sur l'utilisation de modèles dynamiques, qui sont créés par un matériel simple; un "Meccano géométrique" - composé de tiges, de différentes couleurs et longueurs (en plastique, en bois ou en métal), avec des trous à leurs bouts ou avec des trous régulièrement espacés sur leur longueur- des crochets et des ficelles (Photo 1)

¹The theory, starting with the contribution of the biologists Maturana and Varela (1984), is explicitly introduced by Varela, Thompson and Rosch (1991).



Photo 1

Il aurait mieux valu laisser les élèves fabriquer les tiges, en suivant un mode d'emploi sur papier-

en fonction de la quantité et des mesures des objets à obtenir-en dessinant d'abord les barreaux sur des transparents (ou sur un paperboard), et ensuite en les coupant et en faisant les trous.

L'activité est destinée à fournir des expériences sensori-motrices de l'objet "triangle" et à gérer le langage - sous forme orale et écrite- ayant trait à la description de ce qui est fait et vu par les élèves. De plus, le sujet permet une vue multiculturelle de la connaissance humaine et de la technologie.

Comment se déroule l'activité:

- Les élèves par deux ou en petits groupes, tout en construisant des figures dynamiques plates, pour analyser les résultats, les dessins, les observations ou commentaires écrits,
- en classe entière pour les moments de discussion/ comparaison des résultats.

La séquence est partagée en trois séances: séance 1, avec sa fonction d'introduction; séances 2 et 3 pour fournir un chemin naturel allant de l'idée d'une figure à trois côtés, vers le concept de triangle, et autant que possible jusqu'au critère de congruence.

ANALYSE A PRIORI

La séquence d'enseignement est conçue pour faire face aux problèmes éducatifs actuels dans une classe multiculturelle, en particulier tels que:

- augmentation des différences entre les individus (en fonction des cultures d'origine, systèmes éducatifs et expériences scolaires antérieurs, niveau des développements relationnels et cognitifs, niveau de connaissance de la langue comme L2...)

- formes de gêne (signalées par des comportements tels que l'isolement, méfiance ou indifférence envers les activités scolaires et une incapacité à se concentrer/participer convenablement)

L'idée fondatrice de l'activité est:

- installer un environnement favorisant l'action et l'expérience individuelle dans un contexte social, en fournissant des outils adaptés pour réduire les instructions orales.

L'objectif pédagogique consiste à:

- permettre à tous de mettre en œuvre des processus cognitifs, même en présence de difficultés linguistiques,
- ancrer le développement du langage dans des expériences et des relations entre pairs.

Le choix du matériel et son utilisation visent, exclusivement, à favoriser les images mentales générant le processus. En considérant *image-schémas*², la grande part de l'activité fait appel au "*schéma à contacts*"(langage graphique).

Pilote principal

par Maria Piccione

Cette séquence a été pilotée dans deux classes de la première année du collège "Gandhi" (Florence). Les deux classes échantillons impliquent dans cette expérience respectivement 22 élèves (6 migrants et 5 avec des problèmes d'apprentissage) et 21 élèves (7 migrants et 5 avec des problèmes d'apprentissage), deux professeurs (G. Sallustio et A. Scialpi) avec la collaboration d'un formateur.

Cela a d'abord été décrit par le formateur et discuté avec les deux professeurs des classes où se fera le pilotage.

L'activité a été réalisée en trois séances.

Séance 1: Se familiariser avec le matériel (1 heure et demie)

Présentation du "meccano géométrique"

Les élèves des deux classes étaient rassemblés dans une grande salle. Comme l'activité devait être faite avec un nouveau matériel structuré, la première étape a consisté à présenter le matériel et la façon de l'utiliser.

Les premières compositions libres

L'activité s'est déroulée avec les élèves répartis en petits groupes (3-4), disposés autour des bureaux convenablement assemblés. On avait donné à chaque groupe un

² cfr. Núñez et al. (1999)

lot de tiges (15-20) et de crochets; ils ont créé de nombreuses compositions, en choisissant et en reliant les tiges librement.

Séance 2: Installer le contexte motivant (4 heures)

penser/repenser le travail(30 minutes)

Cette activité a eu lieu dans la salle de théâtre- équipée d'un rétroprojecteur et d'un écran- avec les élèves des deux classes assis dans la partie plate.

On a d'abord distribué aux élèves trois bâtons et crochets pour l'assemblage et on les a invités à:

- observer la figure qu'il/elle avait composée;
- regarder à l'intérieur de soi- les yeux fermés –en cherchant des images d'objets triangulaires du monde réel.
- écrire le nom et faire un croquis de l'objet imaginé sur une feuille de papier.

Le professeur a mis l'accent sur les exemples variés qui sont apparus, des figures imaginées et composées, et en a ramassé les croquis. (Photo 2)

Projection commentée (30 minutes)

Une vaste sélection de photos a été projetée à l'écran, pour faire prendre conscience à tous les élèves de la quantité de triangles présents dans le monde réel. (Photo 3)

Ensuite, les activités se sont déroulées en parallèle dans deux salles séparées.



Photo 2



Photo 3

Navigation sur internet (1 heure)

Dans la salle informatique, les élèves ont été répartis en petits groupes et, en partie guidés par le formateur, ils ont cherché sur les sites web ce qui pouvait concerner les triangles; ils ont rassemblé les résultats de leur recherche en réunissant les représentations préférées.

Une vue d'ensemble multiculturelle (1 heure)

L'usage répandu de la "triangulation" (formes triangulaires) dans toute culture et période de l'histoire humaine, des tous premiers âges à aujourd'hui, a été signalée par le professeur en centrant et en discutant sur quelques exemples signifiants:

- usages quotidiens et applications (pointes de flèches, outils ...)
- les premières constructions (tentes et bungalows)

- les structures architecturales (technique de la toiture, construction en treillis, rayons lumineux en réseaux ...)
- mesures
- cartographie (immeubles, appartements, villes, cultures ...)
- travaux artistiques et architecturaux progressivement avant-gardiste

Le questionnement lié aux raisons du succès du triangle est naturellement apparu; quelques-unes des raisons ont été indiquées de la façon suivante:

- rigidité de la structure triangulaire
- possibilité de surligner et de fixer n'importe quel point dans le processus de cartographie
- valeur esthétique

Deux expériences (1 heure)

Deux expériences ont été faites en collaboration avec le professeur de technologie:

- une visait à vérifier la rigidité de la structure triangulaire, preuve faite en compressant des modèles, même si les réalisations avaient été faites en pliant du papier;
- l'autre consistait à faire le plan de la salle de classe en utilisant un releveur de distance. La salle était approximativement de forme rectangulaire et les élèves ont pu comprendre et apprécier la nécessité de tracer une diagonale pour réussir le plan. Une évaluation sur la procédure des 4 bâtons reliés- en utilisant des tiges- a clarifié la situation et souligné la seule configuration pouvant être obtenue en fixant un bâton reliant deux sommets opposés.

Séance 3. Construction conceptuelle et développement du langage (3 heures)

On a organisé l'activité en répartissant les élèves en petits groupes (3-4 élèves), et on l'a développée à travers des étapes de complexité croissante.

Conditions d'existence d'un triangle (1 heure)

L'activité s'est poursuivie par la construction d'un triangle en assemblant trois bâtons. Chaque groupe d'élève a été muni de lots différents de trois bâtons, en deux temps consécutifs: la tâche consistait à joindre les pièces pour obtenir des figures, pour réaliser cela:

1. le premier lot conduit à la production d'une seule figure fermée (à savoir un triangle!)
2. le deuxième lot conduit à beaucoup de figures "ouvertes" ... (Photo 4)

Les représentations graphiques des figures obtenues dans chaque situation- un élève du groupe pouvait jouer le rôle de "reporter"- s'est révélée être un moyen utile pour enregistrer les résultats.

Dans chaque groupe le professeur a observé les actions *spontanées* faites par les élèves pendant leur activité: la communication orale et la terminologie utilisée (comme "tige" ou "côté", "ouvert", "fermé", "espace", "proportion", "somme",

“longueur”...). On a demandé, progressivement, aux élèves de chaque groupe d’écrire sur des feuilles de papier un commentaire relatif à ce qu’ils voyaient. La demande était juste “Je vois que...”. Le professeur a ramassé ces feuilles pour analyser les conclusions correspondantes.

Après cela, le professeur a attiré l’attention des élèves sur la condition de construction d’un triangle et sur le nombre de possibilités, en posant le problème suivant (tiré de “bâtons et triangles”, 21° RMT, et énoncé avec le nom d’un élève):

<Ibrahim pose sur son bureau 5 bâtons de longueurs différentes: 4 unités, 5 unités, 6 unités, 9 unités, 11 unités. Combien de triangles différents pourrait-il construire? Expliquer toute les possibilités.>

Un élément donné (côté/angle) construction de triangles (1 heure)

Après avoir suggéré aux élèves d’utiliser des bâtons ou autres ficelles ou bandes élastiques pour faire des triangles, le professeur leur a laissé du temps pour le faire. Ensuite, il a soulevé un débat à l’intérieur des groupes en posant la question suivante;

- *Quels sont les éléments que vous voyez pouvoir changer par des mouvements?*

Il a encouragé les commentaires des élèves pendant une séance de regroupement.

Deux éléments donnés (côté&angle / côté&côté / angle&angle) construction de triangles (1 heure)

Durant cette séance, le professeur a demandé aux élèves d’assembler le matériel en fixant un côté et un angle et d’utiliser des ficelles pour allonger un côté et pour fermer le triangle. Ils devaient construire, observer et faire des reproductions graphiques des figures obtenues dans diverses configurations possibles. (Photo 5)

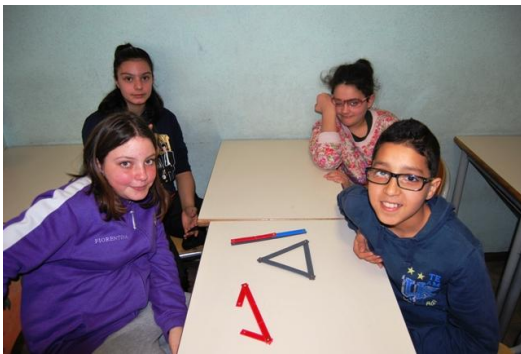


Photo 4



Photo 5

On a créé une situation problématique en posant les deux questions suivantes:

- *Change-t-on quelque chose si on prend un autre angle?*
- *Change-t-on quelque chose si on prend un autre côté?*

Comme cela a été dit au-dessus, les commentaires ont été rassemblés et organisés.

Définitions

Après cette activité, les élèves se sont engagés dans une stricte description orale se rapportant à quelques formes triangulaires particulières et en partageant la terminologie technique correspondante (tels que isocèle, droit, équilatéral, et triangle scalène). De plus on a encore demandé aux élèves d'imaginer des triangles appartenant aux mêmes classes de triangles identifiées et de décrire les possibles différences entre des éléments de chaque classe.

Problem solving (Résolution de problème)

La phase résolution de problème a été mise en œuvre pour vérifier les capacités à identifier des triangles (voir l'Annexe pour les tâches).

ANALYSE A POSTERIORI

Plusieurs résultats peuvent être extraits de l'activité, nous nous centrerons sur les plus pertinents, en montrant si et comment la séquence mise en œuvre réalise ses objectifs.

- Preuve des potentialités du “meccano géométrique”, à l'intérieur du processus de mathématisation.

Cette pratique a montré que l'utilisation de ce matériel- dans un contexte social partagé- favorise la reconstruction individuelle interne d'opérations externes. Nous discuterons seulement du rôle joué par le matériel dans la découverte de l'“inégalité triangulaire”. La tige s'est révélée être un *artéfact* qui peut évoluer vers le concept de “segment”, représenté par le *signe* linguistique “côté”. On pouvait observer que, pendant l'exercice, les trois bâtons ne jouaient pas le même rôle.

Les élèves ont d'abord tendance à considérer la tige avec des bouts fixés- qu'ils appellent “base”-et par conséquent ils tiennent compte des deux autres tiges, qui ont encore quelques degrés de liberté. Cette procédure entraîne les élèves à développer une classification naturelle des bords en deux types différents: le premier groupe fait référence aux éléments fixés et le second à ce qu'on nomme “résiduels”. Le rôle des “résiduels” est apparu fondamental car il a permis de reconnaître l'existence d'une relation entre les éléments, à partir desquels la possibilité de “fermeture de la figure” dépend de manière décisive. Les commentaires qui suivent ont été obtenus par l'analyse des protocoles reliés à la deuxième séance, en particulier, en répondant à la demande effective: “Je vois que...”. On pouvait observer que cette réalisation entraînait un spontané processus cognitif, identifiable par les mots employés par les élèves- tels que “*court/moyen/long*”, “*proportionné/diproportionné*”- et, comme une conséquence, par des expressions se rapportant à des comparaisons basées sur une interprétation métrique. Les étapes fondamentales de ce processus sont apparues reposer sur deux cas particuliers: les triangles équilatéraux et les triangles dégénérés. Le premier cas est caractérisé par des phrases telles que “*il ferme par ce que les côtés sont égaux*”. Le second cas- le cas imprévu- révèle une fonction puissante, car il conduit les élèves à la mathématisation d'une condition de fermeture, en termes de “longueur” et “somme des longueurs”.

- Outils pour l'identification des compétences logiques/géométriques

Par exemple:

1. l'incapacité à distinguer les deux précédentes configurations en termes de quantificateurs,
 2. l'incapacité à déduire le critère correspondant de congruence à partir de la possibilité de construire un unique triangle – sous certaines conditions.
- Outils pour l'évaluation des divergences cognitives entre les élèves à l'intérieur de la classe.

Exemples de deux cas limites:

1. L'incapacité à représenter graphiquement une certaine configuration de tiges
 2. L'incapacité à produire une description parfaite d'une procédure pour compter le nombre de tous les triangles possibles dans le problème "bâtons et triangles".
- Adéquation de la séquence pour faire face aux problèmes caractéristiques d'une classe multiculturelle.

Chaque élève a participé à l'activité au moins en touchant et en voyant des objets réels.

- Développement du langage

Les transformations d'une figure concrète – en la manipulant – conduisent le sujet à *dire/à essayer de dire ce qu'il fait* et donc à des aides de l'apprentissage de la langue et passent à travers les situations (présence/manque de mots, usage approprié/inapproprié, usage vague/rigoureux....)

- Influence sur les composantes émotionnelles

Les élèves étaient vraiment intrigués par les activités.

Ils ont tous apprécié le travail et pouvaient maintenir leur attention pendant de longs moments. Le cas le plus frappant se rapporte à une élève chinoise qui avait auparavant refusé de participer à toute activité scolaire et qui finalement s'y est mise.

- Impact sur la formation des professeurs

En ce moment, il y a quatre professeurs du collège qui partagent la volonté de revoir des contenus mathématiques et de renouveler leur enseignement.

Références

- Bartolini Bussi, M. G., Mariotti M. A. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom: Artifacts and signs after a Vygotskian perspective, in English L. D. (ed.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (second edition) (746-783). Routledge.
- Castelnuovo, E. (2008). *L'officina matematica: ragionare con i materiali*. Lorenzoni F. (ed.). Molfetta: La Meridiana.

- Furinghetti, F., Menghini, M. (2014). The role of concrete materials in Emma Castelnuovo's view of mathematics teaching. *Educational Studies in Mathematics* **87** (1-6). Dordrecht: Springer.
- Núñez, R. E., Edwards, L. D., Matos, J. F. (1999). Embodied Cognition as Grounding for Situatedness and Context in Mathematics Education. *Educational Studies in Mathematics* **39**: (45-65). Dordrecht: Springer.
- Rossi, P. G. (2011), Didattica enattiva. Complessità, teorie dell'azione, professionalità docente. Milano: Franco Angeli.

Deuxième pilotage

par Hana Moraova^{**}

Pilotage

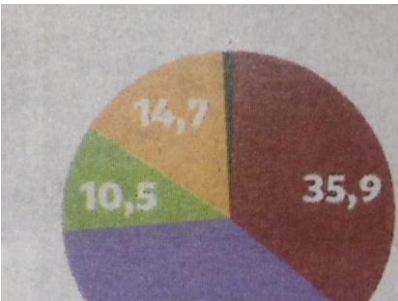
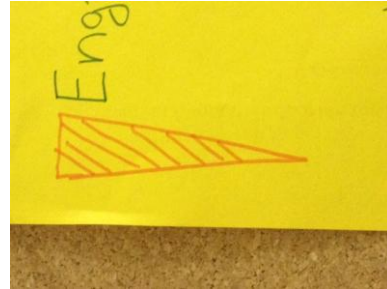
Prague, 27 mai 2014, 4 cours suivent, classe de 5^{ème}, CLIL

1. Activité 1 (on n'avait pas de kit de construction), on a distribué des brochettes en bois et on a demandé d'en faire des bâtons de 4, 5, 6, 9 et 11cm de long, ensuite on a demandé de faire avec ces bâtons le plus de triangles possibles- découverte/révision du concept de l'inégalité triangulaire
2. Feuille 1 – voir la pièce jointe, travail individuel
3. Formulation de l'inégalité triangulaire en anglais
4. Angles dans un triangle / somme des angles intérieurs, mesures des angles intérieurs, longueurs des côtés et angles (en bas de la feuille 1)



5. Terminologie – équilatéral, isocèle, obtus, aigu, droit
 - a. Classifier les triangles des photos
 - b. Découper différents triangles dans une feuille de papier colorié et nommez les

^{**} Faculty of Education - Charles University in Prague, Czech Republic



6. Triangles en architecture
7. Triangles autour de nous, en utilisant des téléphones portables pour prendre des photos d'objets triangulaires que l'on peut trouver dans les bâtiments du collège (échantillons en annexe)
8. Dessiner un sol carrelé de triangles (échantillons en annexe)
9. Une étoile à cinq branches et une étoile à six branches, hexagramme, étoile de David, drapeaux, signification culturelle, comment les dessiner, construisez-les; pliez-les.

Troisième pilotage

par Marie-Hélène Le Yaouanq^{***} et Brigitte Marin^{***}

INTRODUCTION

Le troisième pilotage a été réalisé par M. PAULOU au collège Roger Martin du Gard, collège situé en Zone d'Education Prioritaire, dans une classe de 5e (7th grade).

Les notions liées au triangle au programme de ce niveau de classe sont l'inégalité triangulaire et l'aire d'un triangle. Les cas d'égalité des triangles ne figurent pas au programme mais les élèves sont invités à remarquer que, dans le cas de constructibilité, lorsqu'un côté est tracé, on peut construire plusieurs triangles, deux à deux symétriques par rapport à ce côté, à sa médiatrice et à son milieu.

Deux phases ont composé cette séquence.

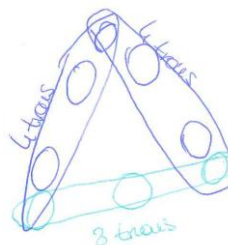
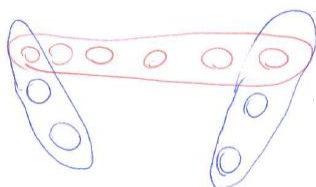
PHASE 1: L'INEGALITE TRIANGULAIRE

La séance de découverte s'articule en trois étapes.

Une phase d'action qui s'appuie sur l'utilisation d'un jeu appelé Meccano dans lequel des tiges en plastiques, de différentes longueurs peuvent être assemblées à l'aide de boulons. (Photo 1) Les élèves travaillent par groupes; des tiges de différentes longueurs sont distribuées et les élèves doivent essayer de construire le plus possible de triangles différents.



Pour garder trace de leurs essais, il leur est demandé de schématiser les différents cas obtenus sur une feuille.



^{***} UPEC University, ESPE, Créteil (France).

Une phase collective de recensement des triangles constructibles et des non constructibles commence ensuite. Le professeur propose ensuite un jeu: deviner si on peut ou non construire un triangle ayant des côtés de longueurs données. Le professeur n'intervient que pour réguler, c'est aux élèves de se convaincre, par la parole. Cette phase montre bien la difficulté à trouver une formulation précise autre que "écart pas trop grand", "longueurs proches", etc. (Margolinas, 2010).

En revanche, on constate que cette activité a permis à tous les élèves de disposer à la fin de la séance d'une procédure leur permettant de conclure à la constructibilité ou non d'un triangle connaissant ses longueurs.

Les séances suivantes seront consacrées à formuler les propriétés et à les réinvestir, à faire émerger aussi l'existence d'un triangle et différents triangles possibles lors de constructions aux instruments, et leur congruence, en s'appuyant à nouveau sur les triangles construits en Meccano.

On peut remarquer que les difficultés souvent rencontrées par les élèves avec le cas du triangle aplati lors de la construction à la règle et au compas (avec des tracés de triangles de côtés 4,5,9 non aplatis) ne sont pas apparues lors de l'activité, la manipulation menant directement dans ce cas à la superposition des tiges.

PHASE 2:

Les élèves ont eu à mener une phase de recherche sur des drapeaux de pays dans lesquels figure un triangle. Ils devaient en choisir un, le décrire d'un point de vue géométrique, le représenter et faire une recherche sur la signification des différents éléments du drapeau pour le pays en question (formes, couleurs).

Ce travail à faire par binôme en dehors de la classe était à rédiger puis à présenter en classe. Les élèves ont participé avec enthousiasme à ce travail et ont rendu des productions particulièrement soignées.

Ce travail fut complété par des calculs d'aires en lien avec l'aire du triangle et l'expression d'une proportion en termes de pourcentage. De nombreuses ouvertures possibles comme la rédaction de programmes de construction ou des travaux interdisciplinaires ont émergé au cours de cette phase.

Références

Margolinas, 2010, Un point de vue didactique sur la place du langagier dans les pratiques d'enseignement des mathématiques

<https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-00470238/document> (retrieved on 01/05/2015)

Conclusions issues des trois pilotages

by Maria Piccione

Conclusion

Toute l'expérience combine deux composantes concernant en *quoi* et *comment* un certain thème pouvait être conduit dans une classe multiculturelle: comme un modèle pédagogique, d'une part, et un lot de suggestions pratiques, d'autre part. Les résultats obtenus nous encourageant à continuer ce travail.

Quelques choix de travail et comportements d'élèves ont été mis en avant dans les pilotages, à cause de leur valeur mathématique et de leurs retours positifs.

Dans le second pilotage, le matériel était composé de simples brochettes en bois: donc, cela a permis aux élèves de réussir une expérience sensorielle de configurations de triangles, la base pour la prochaine activité sur l'inégalité triangulaire. De plus, cette formation basée sur l'expérimentation était soutenue par des activités comme découpage/pliage de papier, dessin-même complexe- des figures "triangulées" et des sols carrelés. Ce travail donne un exemple de comment atteindre des niveaux plus hauts d'application, concernant les concepts de longueurs linéaires et de grandeur angulaire, ainsi que le concept d'intervalle de variation pour les valeurs des longueurs.

Dans le troisième pilotage, on a utilisé le Meccano original. Dans ce cas, nous trouvons une référence explicite supplémentaire sur les effets d'une action physique en reconnaissant les éléments constitutifs du modèle et leurs possibles mouvements et dispositions. En accord avec les autres études, le matériel révèle aussi de meilleures potentialités que règle et compas, pour la compréhension de propriétés géométriques, telle que l'inégalité triangulaire. Cette indication peut s'expliquer en prenant en compte le toucher et des perceptions visuelles dans un environnement à 3 dimensions. Ce bénéfice manque clairement totalement dans un contexte où les figures sont déjà dessinées, comme l'implique l'enseignement traditionnel.

Des suggestions utiles et contextuelles ont aussi émergé de ce pilotage: les trous équidistants, le long des pièces du Meccano, semblent entraîner les élèves à exprimer la "fermeture du triangle" en termes de nombre de trous (comme une sorte de mesure) (voir photo 2). De plus, en ce qui concerne le sens d'image mentale, un point intéressant est représenté par la découverte de la *symétrie* dans la répartition des triangles, réalisables sous la condition "un côté est fixé", par rapport au côté lui-même. Quelques pas vers la mesure sont faits avec l'informatique.

Dans chaque pilotage, la recherche de représentations triangulaires dans l'environnement naturel aussi bien que dans le monde culturel, donne naissance à un débat multiculturel. En particulier, l'explication des significations du triangle dans les cultures, et la recherche dans des drapeaux de pays – sur lesquels apparaît un triangle – méritent d'être accentuées.

En conclusion, en explorant la “mer vaste et profonde” des triangles, en dehors d’une évidente participation et d’une production soignée, nous pouvons déclarer que cela a suscité de l’intérêt et même de l’enthousiasme.

Développements supplémentaires pour cette séquence

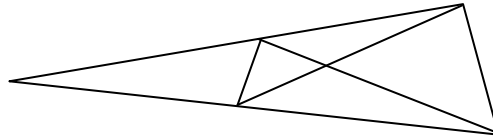
On peut donner quelques exemples de lignes de développement naturel de la séquence:

- introduire les cas de similitude et approcher le concept géométrique de forme, différencier ses “genre-sens” et “espèce-sens”
- étendre l’étude aux quadrilatères et à d’autres catégories de polygones
- aller sur les questions de mesure (périmètre/aire)
- rédiger un programme de construction
- reproduire la séquence en utilisant des logiciels, tel que GeoGebra, où les “bâtons” deviennent “segments” dans un espace à deux dimensions.

ANNEXES

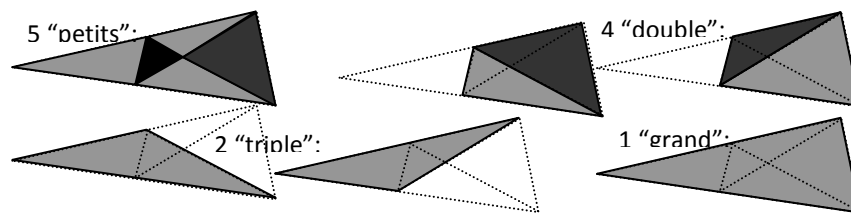
Problèmes

- **“Bien caché”** (question dans 21° RMT)
Combien de triangles distincts voyez-vous dans cette figure?



Processus impliqués: visualisation, reconnaissance et dénombrement

Solution

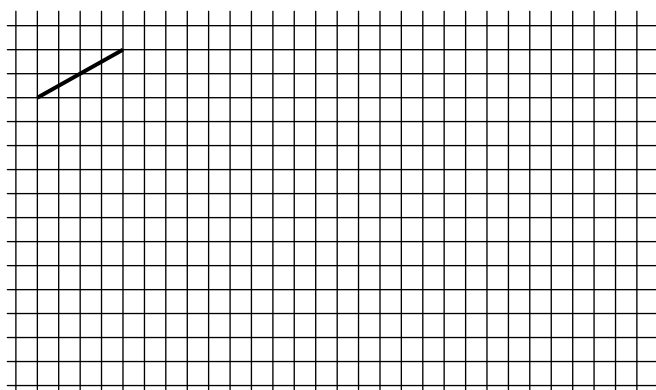


- **“Découpage de triangles”** (problème dans 19° RMT)

Trouver différents triangles (c.-à-d. ne se superposant pas), dans ce quadrillage, suivant ces deux conditions:

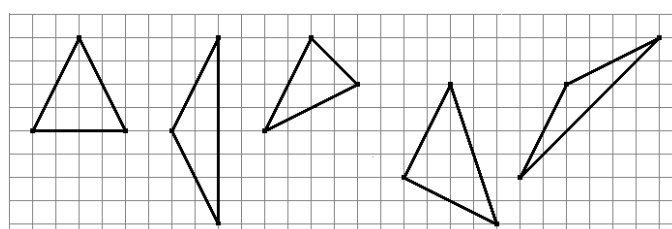
- ils doivent avoir deux côtés de même longueur que le segment tracé dans le quadrillage ci-dessous.
- Ils doivent avoir leurs sommets sur des sommets des carreaux.

Combien de triangles trouvez-vous? Dessinez-les et ensuite découpez-les.



Processus impliqué: identification de la forme et de la mesure; déduction

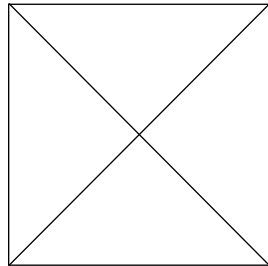
Solution



- *“La figure composée”*

Une figure est dessinée sur cette feuille. Combien de triangles de différentes formes y voyez-vous? Décrivez la forme que vous trouvez?

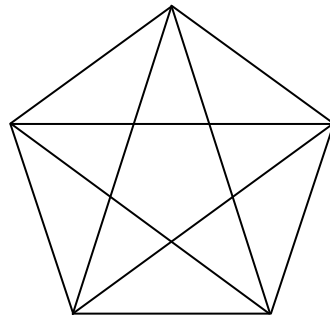
(a)



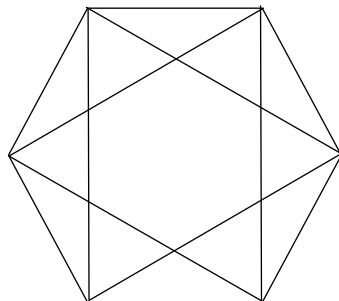
Processus impliqué: analyse et classification d’une forme

Deux versions plus difficiles du problème

(b)



(c)



- *“Un sol fait de triangles”*

Créer un sol carrelé de triangles, selon vos préférences.

Processus impliqué: analyse d’une forme et combinaison